

## Treinwielen

### 13 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Doordat de wielen en de as een star geheel vormen is de omlooptijd  $T$  is voor beide wielen gelijk. Op tijdstip  $a$  heeft het linker wiel een grotere straal dan het rechter wiel. Het linker wiel legt dus per omwenteling een grotere afstand af dan het rechter wiel. Dit wiel dus gaat dus sneller in de voorwaartse richting, waardoor de trein naar rechts stuurt.

- inzicht dat de omlooptijd voor beide wielen gelijk is 1
- inzicht dat straal van beide wielen (en dus de snelheid) verschilt 1
- completeren van de uitleg 1

### 14 maximumscore 2

voorbeeld van een antwoord:

Omschrijven van de formule van Klingel geeft:  $\gamma = \frac{2\pi^2 dr_0}{\lambda^2}$ , dus voor de

eenheid van  $\gamma$  geldt:  $\gamma = \frac{[d][r_0]}{[\lambda^2]} = \frac{\text{m m}}{\text{m}^2} = 1$ .

- gebruik van de formule van Klingel met  $[d] = [r_0] = [\lambda] = \text{m}$  1
- completeren van de afleiding 1

### 15 maximumscore 3

voorbeeld van een antwoord:

Voor de golflengte geldt volgens de formule van Klingel:  $\lambda = 2\pi \sqrt{\frac{d r_0}{2\gamma}}$

Invullen geeft:  $\lambda = 2\pi \sqrt{\frac{1,435 \cdot 0,475}{2 \cdot 0,050}} = 16,4 \text{ m}$

Voor de periode geldt dan:  $T = \frac{\lambda}{v}$  met  $v = \frac{140}{3,6} = 38,9 \text{ ms}^{-1}$ .

Invullen geeft:  $T = 0,42 \text{ s}$

- gebruik van de formule van Klingel 1
- gebruik van  $v = \lambda f$  en  $f = \frac{1}{T}$  1
- completeren van de berekening 1

**16 maximumscore 3**

uitkomst:  $20 \text{ km h}^{-1}$  ( $5,6 \text{ m s}^{-1}$ )

voorbeeld van een antwoord:

Er treedt resonantie op als de trillingstijd gelijk is aan de eigentrilling van het massa-veersysteem:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m_{\text{wagon}}}{C_{\text{totaal}}}} = 2\pi \sqrt{\frac{21,5 \cdot 10^3}{1,0 \cdot 10^5}} = 2,91 \text{ s}$$

Voor sinusloop geldt  $v = \lambda f$  met  $f = \frac{1}{T}$ . De golflengte van de sinusloop is

onafhankelijk van de snelheid, dus  $\lambda$  is constant. Er geldt dus:  $v_1 T_1 = v_2 T_2$

Invullen geeft:  $140 \cdot 0,42 = v_2 \cdot 2,91$ . Dus  $v_2 = 20 \text{ km h}^{-1}$

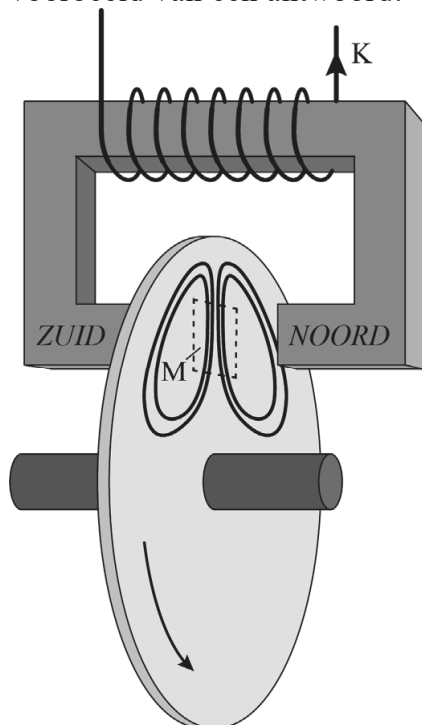
- gebruik van  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{C}}$  1
- gebruik van  $v = \lambda f$  met  $\lambda$  constant / inzicht dat  $v_1 T_1 = v_2 T_2$  1
- completeren van de berekening 1

*Opmerking:*

*Als de kandidaat bij vraag 15 een foutieve golflengte heeft berekend en hiermee doorrekent, dit niet aanrekenen.*

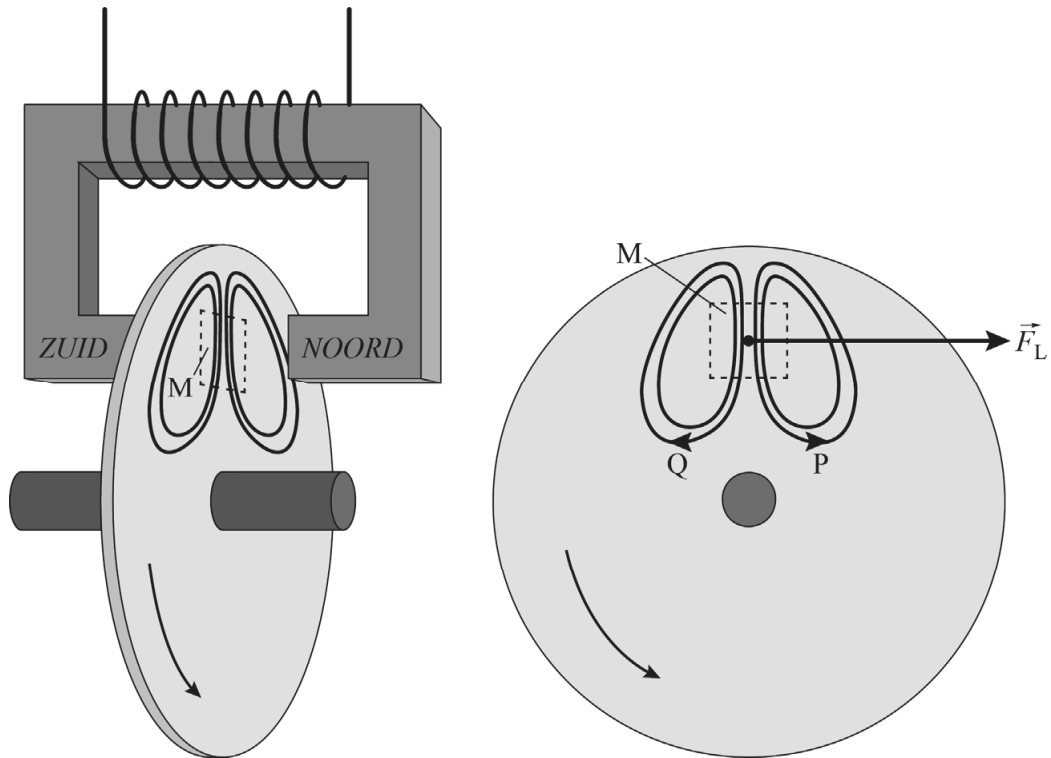
**17 maximumscore 1**

voorbeeld van een antwoord:



18 maximumscore 1

voorbeeld van een antwoord:



19 maximumscore 3

Bij een lagere snelheid (is de lorentzkracht die de elektronen in beweging brengt kleiner en daardoor) ontstaan er minder sterke wervelstromen. De afremmende (lorentz-)kracht zal dus kleiner zijn. Om dit te compenseren moet de magneetveldsterkte dus groter zijn.

- inzicht in het verband tussen de snelheid en de sterkte van de geïnduceerde wervelstromen 1
- inzicht in het verband tussen de sterkte van de wervelstromen en de afremmende kracht 1
- inzicht in het verband tussen de magneetveldsterkte en de afremmende kracht en consequente conclusie 1